ASSOCIAÇÃO ENTRE A ESPACIALIZAÇÃO DAS VOÇOROCAS E A OCUPAÇÃO URBANA DESORDENADA – ESTUDO DE CASO EM SÃO LUIZ DO MARANHÃO

Raquel Rocha Marques dos SANTOS[1]
Stella Peres MENDES[2]
Gabriela Fernandes NOGUEIRA[3]
Antonio José Teixeira GUERRA[4]
Rafael SATHLER[5]

RESUMO

O município de São Luís possui uma área de 831,7 Km², localizando-se na parte centro-oeste da Ilha do Maranhão, com coordenadas 2º 19' 09" - 2º 51' 00" S e 44º 01' 16" - 44º 19' 37" W, tendo como limites: a leste - São José de Ribamar; ao norte - Oceano Atlântico; a oeste – Baia de São Marcos e ao sul – Rosário e Bacabeira, com uma população em torno de 867.690 habitantes e uma crescente população urbana com 834.968 habitantes, segundo dados do IBGE (2001).

A geologia da área é dominantemente terciária, apresentando arenitos, xistos, argilitos e siltitos pertencentes à Formação Itapecuru e à Formação Barreiras (LISBOA, 1914; CAMPBELI, 1949; KLEIN, 1975; MARTINS 1996). São rochas de alta porosidade e friabilidade, bastante suscetíveis ao intemperismo e à erosão (GUERRA *et al*., 2004).

De acordo com essas características geoambientais da ilha do Maranhão, onde está localizado o município de São Luís, pode-se constatar a ação dos processos e agentes erosivos de forma intensa, principalmente naquelas áreas desprovidas de vegetação, onde aparecem várias feições erosivas, como voçorocas e ravinas.

Os assentamentos populacionais ilegais sem infra-estrutura urbana básica, sobretudo esgotamento sanitário, galerias pluviais e pavimentação de ruas geram uma precariedade nas condições de vida da população e evidenciam a falta de planejamento e de controle das atividades predatórias, por parte do poder público e da própria sociedade (MENDONÇA, 2003a; GUERRA *et al.*, 2004). Esta falta de infra-estrutura e a ausência de projetos de Educação Ambiental, junto à sociedade, são uma das causas do problema que dificultam a solução dos mesmos.

Para o alcance dos objetivos propostos no projeto, estão sendo realizadas algumas atividades, tais como: levantamento e análise do material bibliográfico e tográfico; trabalhos de campo; análises de laboratório e de gabinete.

O objetivo deste trabalho é relacionar a distribuição espacial das voçorocas com a ocupação urbana desordenada de São Luiz do Maranhão, que está inserido no projeto *The Environmental and Socio-Economic Contribution of Palm Geotextiles to Sustainable Development and Soil Conservation,* realizado em convênio entre o LAGESOLOS e a União Européia.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduando, raquelrms@yahoo.com.br.
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduando, stellinhaperes@yahoo.com.br
[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduando, fernandesnogueira@yahoo.com.br
[4] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Professor Doutor, antoniotguerra@gmail.com
[5] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Doutorando, rafael_sathler@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A urbanização do Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, foi um processo rápido e intensificado a partir da década de 50 com os incentivos governamentais à industrialização e com a modernização no campo que levou grande contingente de pessoas do campo para as cidades.

Os problemas ambientais (ecológicos e sociais) não atingem igualmente todo espaço urbano. Atingem muito mais os espaços físicos de ocupação de classes sociais menos favorecidas do que os de classes mais elevadas. A distribuição espacial das primeiras está associada à desvalorização de espaço, quer pela proximidade dos leitos de inundação dos rios, das indústrias, de usinas termonucleares, quer pela insalubridade, tanto pelos riscos ambientais (suscetibilidade das áreas e das populações aos fenômenos ambientais), como desmoronamento e erosão, quanto pelos riscos das prováveis ocorrências das catástrofes naturais.

A suscetibilidade dos solos à erosão correlaciona-se com as relações sociais de propriedades e com o acesso das diferentes classes sociais às técnicas de conservação do solo. Enquanto a classe alta dispõe de grandes áreas que lhe permitam manter a vegetação a preservar o solo, a classe pobre se aglomera e, ao aumentar a densidade populacional, altera a capacidade de suporte do solo.

Sobre o Estado do Maranhão, a ocupação começou com os indígenas. No século XVII, com a chegada do europeu, foi fundada a cidade de São de Luiz iniciando assim a urbanização. A expansão urbana ocorreu notavelmente a partir de 1970 devido aos incentivos fiscais provenientes tanto da SUDENE como da SUDAM uma vez que São Luiz se encontra na área de jurisdição destes dois órgãos. Isso promoveu um grande desenvolvimento regional que atraiu grande fluxo de dinheiro e de pessoas para a área urbana.

A urbanização ocorreu sem planejamento e de forma desordenada levando à degradação e ao desequilíbrio do meio ambiente. Essa situação, associada com as condições naturais como a geologia, geomorfologia, pedologia e regime de chuvas vão tornar essa área nosso interesse de estudo, destacando a espacialização das voçorocas com a ocupação urbana.

O município de São Luís (Figura 1) possui uma área de 831,7 Km², localizando-se na parte centro-oeste da Ilha do Maranhão, com coordenadas 2º 19’ 09” - 2º 51’ 00" S e 44º 01’ 16" - 44º 19’ 37" W, tendo como limites: a leste - São José de Ribamar; ao norte - Oceano Atlântico; a oeste – Baia de São Marcos e ao sul – Rosário e Bacabeira, , com uma população em torno de 867.690 habitantes e uma crescente população urbana com 834.968 habitantes, segundo dados do IBGE (2001).

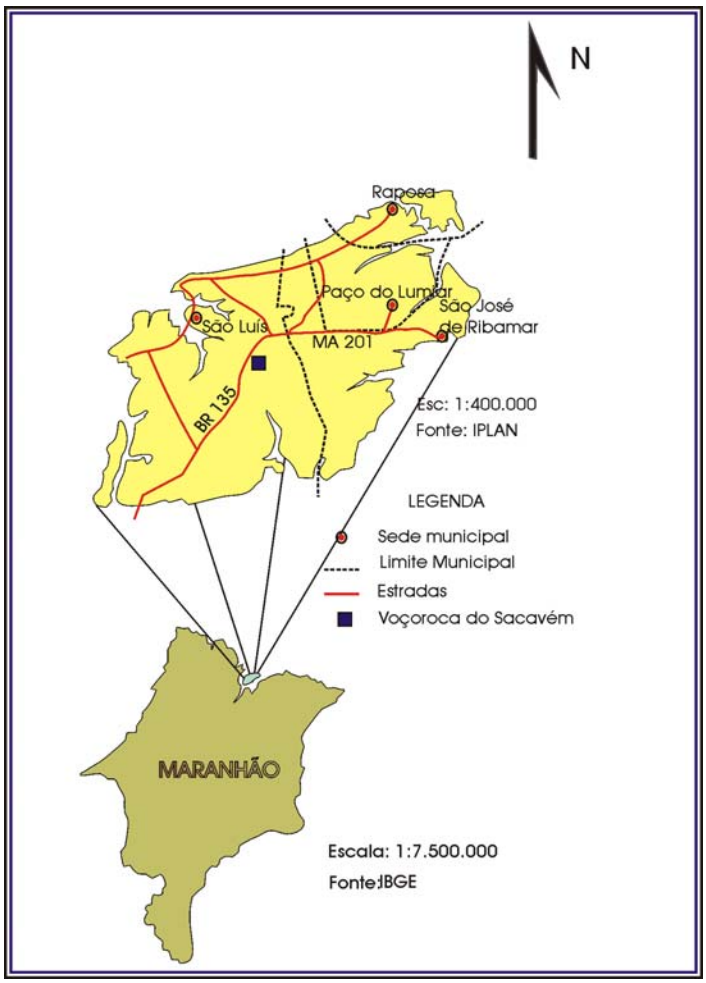

FIGURA 1. Mapa de Localização da Área de Estudo

A geologia da área é dominantemente terciária, apresentando arenitos, xistos, argilitos e siltitos pertencentes à Formação Itapecuru e à Formação Barreiras (LISBOA, 1914; CAMPBELL, 1949; KLEIN, 1975; MARTINS 1996). São rochas de alta porosidade e friabilidade, bastante suscetíveis ao intemperismo e à erosão (GUERRA *et al*., 2004). De acordo com essas características geoambientais da ilha do Maranhão, onde está localizado o município de São Luís, pode-se constatar a ação dos processos e agentes erosivos de forma intensa, principalmente naquelas áreas desprovidas de vegetação, onde aparecem várias feições erosivas, como voçorocas e ravinas.

Geomorfologicamente, o relevo é marcado pelas formas tabulares e sub-tabulares, com variedade de encostas nas bordas da parte central da ilha, cuja característica principal é conseqüência da evolução paleográfica da Bacia Sedimentar, expressando um relevo de baixa altimetria.

A caracterização do clima da cidade de São Luiz se deve a sua posição geográfica. Localizada perto do Equador recebe raios solares de maneira intensa durante todo o ano, resultando num clima quente e úmido, com temperaturas médias anuais superiores a 24°C, podendo chegar a 26°C. Possui regime de chuvas marcado por dois períodos: um chuvoso e o outro com índice pluviométrico menor.

Associado a essas condições naturais, a ação antrópica, como queimadas, uso do solo e ocupações sem planejamento tornam a área muito susceptível ao processo de erosão, uma vez que acelera esse processo. Assim, a suscetibilidade dos solos à erosão correlaciona-se com as relações sociais de propriedades e com o acesso das diferentes classes sociais às técnicas de conservação do solo.

Um exemplo são os assentamentos populacionais ilegais sem infra-estrutura urbana básica, sobretudo esgotamento sanitário, galerias pluviais e pavimentação de ruas que geram uma precariedade nas condições de vida da população e evidenciam a falta de planejamento e de controle das atividades predatórias, por parte do poder público e da própria sociedade (MENDONÇA, 2003a; GUERRA *et al.*, 2004).

A extração de materiais para a construção civil causa sérios problemas erosivos resultando em danos para o ambiente e para a sociedade.

O início do processo erosivo se dá com a ação do *splash*, que é também conhecido por salpicamento. Com isso, crostas são formadas na superfície, dificultando a infiltração, formando-se poças (*ponds*), nas irregularidades existentes no topo do solo (MORGAN, 1986; GOUDIE, 1990; GUERRA, 1999 e 2001).

As poças podem ser rompidas por transbordamento, quando a água ultrapassa o obstáculo, ou pelo próprio volume que rompe o obstáculo, iniciando, assim, o escoamento superficial.

A princípio, o escoamento superficial tende a ser difuso, isto é, sem concentração de canais, provocando uma erosão em lençol (*sheet flow*). As irregularidades existentes no terreno podem provocar a formação de um fluxo linear que irá evoluir para microrravinas (*micro-rills*) e, posteriormente, para microrravinas com cabeceiras (*headcuts*). Esta seqüência pode evoluir para o desenvolvimento de bifurcações, pelos pontos de ruptura (*knickpoints*) das ravinas (MERRIT, 1984; GUERRA, 1999 e 2001), dando origem a novas ravinas, que vão recuando em direção ao topo das encostas, podendo dar origem a uma rede de ravinas (*rill network*), ocupando praticamente toda uma encosta.

À medida que o fluxo de água canalizada nas ravinas continua aprofundando e alargando essas feições erosivas, ele pode dar origem a voçorocas, que são características erosivas relativamente permanentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes e, em geral, fundo chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os eventos chuvosos (GUERRA, 2003).

As voçorocas podem também se originar a partir do escoamento subsuperficial, através da formação de dutos (*pipes*), que podem ser responsáveis pela remoção de uma grande quantidade de sedimentos, aumentando o diâmetro desses dutos. Pode, dessa forma, ocorrer o colapso do teto desses dutos, dando origem a uma voçoroca.

Enquanto houver material disponível e pontos de ruptura, O escoamento superficial concentrado continua a aprofundar e alargar as voçorocas, que recuam em direção ao topo da encosta. Uma série de pequenos movimentos de massa ocorrem nas laterais e cabeceiras das voçorocas, contribuindo para seu avanço, que pode cessar, por causas naturais, quando tais feições erosivas atingem o lençol freático ou o substrato rochoso. O avanço desse processo erosivo pode causar o estabelecimento de uma rede de voçorocas conectadas e desconectadas na paisagem, denominadas *bad lands* pela literatura internacional (GUERRA, 2004).

DISCUSSÃO TEÓRICA

Diversos estudos sobre erosão dos solos têm sido realizados no Maranhão: FREIRE (1990), MARANHÃO (1998) MARÇAL (2000) e MENDONÇA *et al* (2001, 2002 e 2003) que procuraram analisar sua dinâmica, pela sua localização, distribuição, causas e efeitos, bem como seus efeitos na sociedade e no meio ambiente.

Grande parte dos estudos de erosão de solos é oriunda de trabalhos empíricos, nos quais vasta gama de dados sobre perda de solo e agentes controladores é coletada. A partir desses resultados são determinadas correlações estatísticas. Em função disso, uma grande quantidade de variáveis é apontada, nas diversas partes do mundo, como sendo significativas para explicar e predizer a erosão.

Esse trabalho ainda está em fase inicial de elaboração, buscando entender os fatores mais apontados como determinantes na erosão dos solos. Tais fatores foram apontados por Guerra (2003): erosividade (causada pela a chuva), erodibilidade (proporcionada pelas propriedades do solo), características das encostas e natureza da cobertura vegetal. É por causa da interação desses fatores que certas áreas erodem mais do que outras. A intervenção do homem pode ainda alterar esses fatores, apressando ou retardando os processos erosivos.

A erosão dos solos, segundo Goudie (1990), é o principal e mais sério impacto causado pela ação humana sobre o meio ambiente. Mas sabemos que a erosão é considerada um processo natural de degradação dos solos. Porém, a interferência antrópica pode acelerar esse processo, causando uma rápida evolução, dando origem, assim, às voçorocas que de acordo com Neboit (1983, *in* OLIVEIRA, 1999:581), o termo voçoroca vem sendo associado à erosão acelerada dos solos, derivando da concepção de que ravinas e voçorocas resultam de intervenção causada pela atividade humana. Nesse sentido, seguimos nossa linha de estudo em procurar espacializar as voçorocas em relação às áreas de ocupação (Figura 2).

Espacializar não significa apenas posicionar no espaço ou mapear os fenômenos que ocupam uma extensão do espaço, mas, sobretudo distinguir diferenciações no processo de transformação espacial. O mapeamento tende a retratar a espacialização, ou seja, um processo de formação e distribuição espacial, temporal e socialmente diferenciado dos impactos ambientais.

FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES

Considerando-se os objetivos e a fundamentação teórica apresentados neste estudo, foram estabelecidas as seguintes hipóteses de trabalho:

- os processos erosivos recorrentes na área-objeto do estudo são causados pelo uso inadequado do solo;

- a falta de infra-estrutura e de projetos de Educação Ambiental, junto à sociedade é uma das causas da problemática, decorrente dos processos erosivos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Analisar o grau de interferência antrópica através das relações entre os agentes físicos e sócio-econômicos formadores da paisagem, contribuindo para o equacionamento dos problemas decorrentes da ocupação irracional do solo, tentando entender assim a espacialização das voçorocas na cidade de São Luiz.

Objetivo específicos

- Fazer um mapeamento geomorfológico, delimitando as áreas afetadas pela erosão, uma vez que esta se apresenta de forma mais intensa nas áreas de expansão demográfica recente, onde se identificam focos de risco ambiental potencial, implicando tanto em degradação ambiental por assoreamento dos recursos hídricos, quanto em perdas de patrimônio e risco de morte;

- coletar amostras de sedimentos, para análises de parâmetros físicos e químicos em laboratório;

- colaborar de maneira eficaz, com a população mais afetada, buscando soluções através de projetos de Educação Ambiental, envolvendo as associações de moradores.

Desta forma, o entendimento dos fatores causadores dos processos erosivos, bem como a aplicação de medidas de controle e prevenção, são intervenções fundamentais à segurança pública.

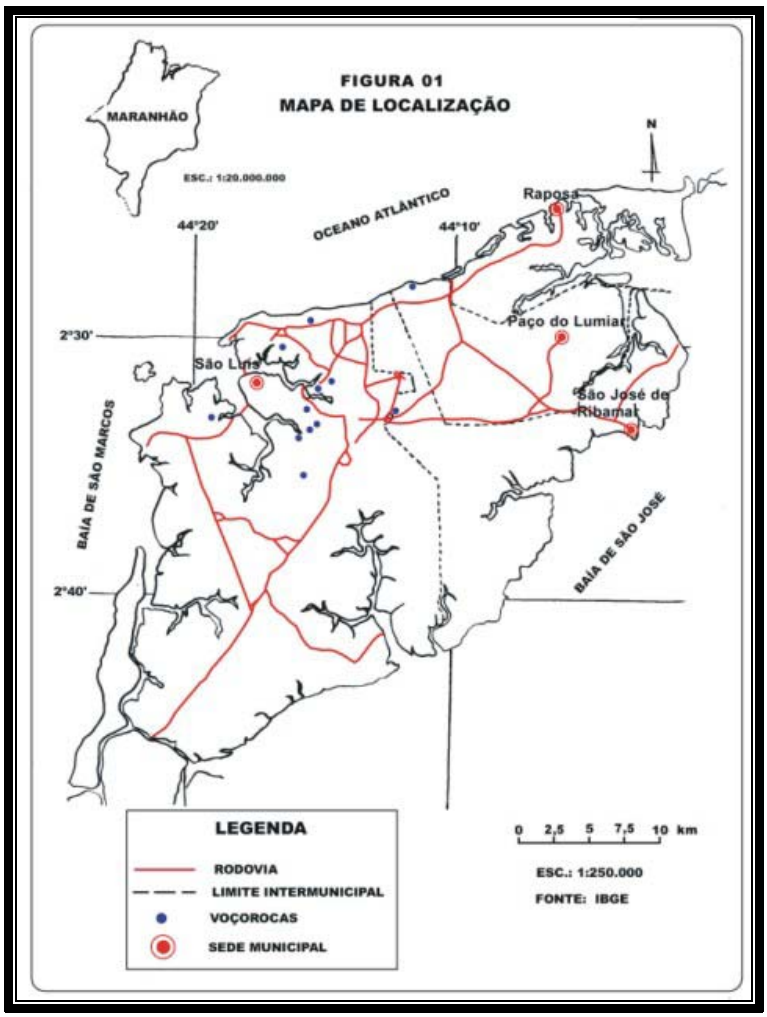

Figura 2 . Mapa de localização das voçorocas na área de estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o alcance dos objetivos propostos no projeto, estão sendo realizadas algumas atividades, tais como: levantamento e análise do material bibliográfico e cartográfico; trabalhos de campo; análises de laboratório e de gabinete e registro fotográfico.

Para a fundamentação teórica sobre o tema abordado estão sendo analisados publicações em livros, anais de congresso, revistas, teses de doutorado, dissertações de mestrado e monografias de graduação.

Quanto às análises de laboratório, pretende-se determinar propriedades químicas e físicas do solo, a partir da análise de amostras de sedimentos coletados nos trabalhos de campo, de acordo com métodos propostos pela Embrapa (2001), com o intuito de correlacionar esses resultados com as demais variáveis.

Em gabinete, será realizado o cruzamento dos dados e informações, com o objetivo de relacionar a ação antrópica e os processos erosivos na área urbana de São Luis.

DISCUSSÃO FINAL

Apesar da importância que os solos têm para a sobrevivência da espécie humana, dos vegetais e dos animais na superfície da Terra, parece que o homem tem dado pouca atenção a esse recurso natural, pelo menos no que diz respeito à sua utilização e conservação. Há na literatura, diversos trabalhos que buscam a compreensão de como a erosão se processa, suas causas e conseqüências, podendo ser possível assim diagnosticar sua ocorrência, como também selecionar estratégias apropriadas de conservação.

Crescem, assim, no âmbito inicial da cidade, mas com tendência de expandir-se às áreas rurais, as demandas por participação nas decisões e ações por parte dos atores sociais, novos e antagônicos: governos (órgãos federais, estaduais e municipais) e empresas imobiliárias, de um lado, e os movimentos sociais, as organizações não-governamentais, de outro. Não obstante a gestão efetivamente reflita o tecido social (socialmente desigual e marcado por contradições de todos os tipos), idealmente, a gestão dos problemas ambientais urbanos implica uma construção social em que o Estado-Governo compartilhe com a sociedade civil as responsabilidades das decisões e das execuções

No estágio de avanço da ocupação do mundo, torna-se cada vez mais difícil separar impacto biofísico de impacto social. Na produção dos impactos ambientais, as condições ecológicas alteram as condições culturais, sociais e históricas, e são por elas transformadas. Como um processo em movimento permanente, o impacto ambiental é, ao mesmo tempo, produto e produtor de novos impactos.

A área apresenta características naturais favoráveis à ocorrência de processos erosivos (Figura 3) como: chuvas concentradas; susceptibilidade do solo à erosão; características geológicas das formações, materiais inconsolidados; formas tabulares e subtabulares, com as barreiras íngremes indicadando ações erosivas. Associado com a interferência antrópica através do uso inadequado do solo: desmatamento, construções, especulação imobiliária, remoção de material para a construção (areia, rocha e argila), desrespeitando os limites do uso racional do meio ambiente. A ação combinada destes fatores tem acelerado a evolução erosiva dos processos.

Figura 3. Casas ameaçadas pelo avanço da voçoroca

REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, F. G. de e GUERRA, A. J. T. Erosão dos solos e impactos ambientais na cidade de sorriso (Mato Grosso). In: Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. da. (Orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil. 2001, p.21-46.

CHRISTOFOLETTI, A**. Geomorfologia**, 2 ed. São Paulo; Edgard Blücher. 1980, 188p.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia das encostas na interface com a geomorfologia. In: Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. da. **Geomorfologia :uma atualização de bases e conceitos**. 3ª ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil. 1998, p. 93-148.

COELHO, M. C. N. Impacto ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. da. (Orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil. 2001, p.21-46.

CUNHA, S. B. da. & GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. da. (orgs). **Geomorfologia e meio ambiente**. 2ª ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil. 2001, p.337-379.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (1998). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3ª ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 472p.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: Guerra, A. J. T. & Cunha. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3ª ed., S. B. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1998, p. 149-209.

_____. Processos erosivos nas encostas. In: Cunha, S. B. & Guerra, A. J. T. (Orgs). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996, p. 139-155.

_____. Encostas e a questão ambiental. In: Cunha, S. B. & Guerra, A. J. T. (Orgs). **A questão ambiental: diferentes abordagens**.. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003, p. 191-217.

MARÇAL, M. S. e GUERRA, A. J. T. Processo de urbanização e mudança na paisagem da cidade de Açailândia (Maranhão). In: Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. da. (Orgs). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2001, p.21-46.

MENDONÇA, J. K.S. **A interferência antrópica nos processos erosivos em áreas da bacia do rio das Bicas**, **São Luís – MA**. São Luís, 2002, 47p. (Monografia de Graduação).

MENDONÇA, J. K. S., GUERRA, A. J. T. e MENDES, M. R. Diagnóstico da erosão urbana no município de São Luís – MA. In: **Anais do VII simpósio nacional de controle de erosão**. ABGE, Goiânia, 2001.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por Voçoroca. In: Guerra, A. J. T., Silva, A. S.& Botelho, R. G. M. (Orgs). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1999, p 57-100.